



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 41 17 642.1  
22 Anmeldetag: 29. 5. 91  
23 Offenlegungstag: 26. 3. 92

DE 41 17 642 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
19.09.90 US 584823

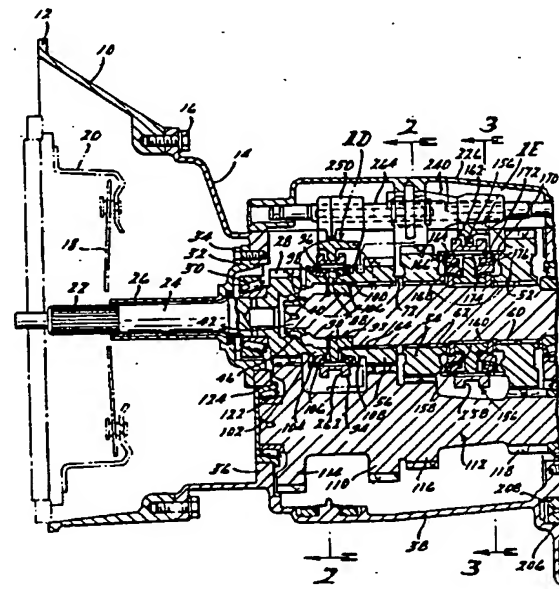
71 Anmelder:  
Borg-Warner Automotive Diversified Transmission  
Products Corp., Sterling Heights, Mich., US

74 Vertreter:  
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000  
München; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 2000 Hamburg;  
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 8000 München; Döring, W.,  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing.; Beines, U., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

72 Erfinder:  
Rea, Jeffrey E., 6830 Schwetzingen, DE; Mills, Danni  
D., Anderson, Ind., US; Sewell, John S., Yorktown,  
Ind., US

54 Mehrwellengetriebe mit konstantem Kämmeingriff

57 Beschrieben wird ein Mehrwellengetriebe mit mehreren Gängen. Mindestens ein Gang wird von einem Zahnradsatz mit Zahnrädern (58, 144, 204) gebildet, die auf ihren entsprechenden Wellen (44, 112, 206) drehbar gelagert und kontinuierlich in Kämmeingriff sind. Jede Welle trägt eine Kupplung (178, 188), die wahlweise ein- und ausgerückt werden kann, um den Drehmomentübertragungsweg durch den Zahnradsatz zu vervollständigen und zu unterbrechen, wodurch die Zahnräder vom Antrieb und Abtrieb isoliert werden und somit nichts zur Gesamtträgheitsmasse der getriebenen umlaufenden Teile des Getriebes beitragen, wenn sie nicht Teil des Drehmomentübertragungsweges bilden. Auf diese Weise werden Zahnradgeräusche verringert und die für den Gangwechsel erforderlichen Schaltkräfte reduziert.



DE 41 17 642 A 1

Die Erfindung betrifft ein Getriebe für Kraftfahrzeuge, insbesondere ein Mehrganggetriebe mit einer Hauptwelle, die von der Kurbelwelle angetrieben wird, und einer Gegenwelle, die zu der Hauptwelle parallel angeordnet ist.

Ein typisches Getriebe dieser Art kann mehrere Zahnräder unterschiedlichen Teilungsdurchmessers enthalten, die auf der gemeinsamen Achse einer Antriebs- und Abtriebswelle drehbar gelagert sind. Die Zahnräder stehen mit Gegenzahnradern in Eingriff, die auf der Achse einer Gegenwelle gelagert sind. Ein typisches Getriebe dieser Art ist in der US 36 18 416 gezeigt. Bei diesem Getriebe sind die das Drehmoment abgebenden Zahnräder auf einer Hauptwelle drehbar gelagert und mit Zahnradern der Gegenwelle in konstantem Kämmeingriff. Bei dem vorbekannten Getriebe sind Synchronisier-Kupplungen vorgesehen, die jedes der Zahnräder wahlweise mit der Hauptwelle verbinden, um die verschiedenen Gänge herzustellen. Die Zahnräder laufen bezüglich der Hauptwellenachse kontinuierlich um, wenngleich jeweils nur eines der Zahnräder zu einer bestimmten Zeit an der Drehmomentübertragung teilnimmt.

Ein anderes Beispiel eines derartigen schaltbaren Getriebes mit Synchronisierereinrichtungen ist in der US 39 94 182 gezeigt. Das in dieser Patentschrift gezeigte Getriebe unterscheidet sich von dem Getriebe nach der US 36 18 416 im wesentlichen durch die Konstruktion der Gegenwellen-Zahnräder. Im Fall der US 36 18 416 umfaßt die Gegenwelle vier unabhängige "Cluster"-Zahnräder, die mit der Gegenwelle selbst umlaufen; bei dem Getriebe nach der US 39 94 182 dagegen sind integrierte "Cluster"-Zahnräder vorgesehen, die auf einer still stehenden Lagerachse drehbar gelagert sind. Da die Lagerachse nicht umläuft, erzeugt sie kein Trägheitsmoment, das zu dem Trägheitsmoment der umlaufenden Gegenwellen-Zahnräder hinzukäme.

Die Synchronisier-Kupplungen für ein schaltbares Doppelwellen-Getriebe mit konstantem Kämmeingriff können auch auf der Achse der Gegenwelle statt auf der gemeinsamen Achse der Antriebs- und Abtriebswelle angebracht werden. Ein Beispiel hierfür zeigt die US 47 57 726, bei der eine Synchronisierereinrichtung für den Übersetzungsgang auf der Gegenwelle gelagert ist und die Synchronisierereinrichtungen für den Direktgang und drei der übrigen Vorwärtsgänge auf der Achse der Hauptwelle gelagert sind.

Anordnungen dieser Art neigen dazu, daß die Zahnräder zu der Zeit, während der sie nicht zur Drehmomentübertragung beitragen, ein unerwünschtes Rattergeräusch erzeugen. Dieses Geräusch wird durch Beschleunigungen der Brennkraftmaschine induziert, die ihrer Art nachzyklisch sind. Sämtliche angetriebenen Drehteile des Getriebes und der Komponenten im Drehmomentübertragungsweg stromab der Brennkraftmaschine werden durch diese Winkelbeschleunigungen beeinflusst. Das Ausmaß dieser Beeinflussung hängt von der jeweiligen Trägheit dieser Bauteile ab.

Die Größe dieser Beschleunigungswirkungen hängt ferner teilweise von dem Getriebeübersetzungsverhältnis und der Stelle der einzelnen Bauteile im Getriebe bzw. sonstwo im Übertragungsweg ab.

Das Zahnradgeräusch entsteht durch das Aufeinander schlagen der Zähne bei jedem Zahnradeingriff in den inaktiven Drehmomentübertragungswegen, wenn sich das Getriebe in einem bestimmten Gang oder im Leer-

lauf befindet.

Das Zahnradgeräusch wird dadurch induziert, daß das Trägheitsmoment eines Bauteils größer ist als das auf dieses Bauteil wirkende Widerstandsmoment. Wenn bei einem bestimmten Zahnradeingriff die Trägheitsmomente groß genug sind, um die Wirkung des Reibungswiderstandes einschließlich des Scherwiderstandes des Schmieröles zu überwinden, ist ein Zahnradgeräusch wahrscheinlich. Das Trägheitsmoment ist das Produkt der Winkelbeschleunigung und der Trägheit des angetriebenen Bauteils.

Während eines Gangwechsels in einem synchronisierten Getriebe übt eine Synchronisierhülse in der Synchronisierereinrichtung eine Kraft auf einen Synchronisiersperring aus, wenn die Abschrägungen der Sperringzähne an den Abschrägungen der Innenzähne der Hülse angreifen. Der Sperring seinerseits übt ein Drehmoment auf das am Gangwechsel teilnehmende Zahnrad aus, wodurch das Zahnrad beschleunigt wird, bis es die Winkelgeschwindigkeit der Welle annimmt, auf der es angebracht ist. Der Sperring verhindert, daß der Schaltvorgang der Hülse zu Ende geführt wird, bis die Synchronisierung erreicht ist.

Die Zahnräder, die mit dem zu synchronisierenden Zahnrad in Eingriff stehen, müssen ebenfalls beschleunigt oder verzögert werden, wie auch die übrigen umlaufenden Teile des Getriebes, die mit dem zu synchronisierenden Zahnrad umlaufen. Eine reduzierte Trägheit dieser umlaufenden Masse führt zu einer reduzierenden Synchronisierungskraft und einer kürzeren Synchronisierzeit. Dies verbessert die Schaltbarkeit.

In der Vergangenheit gab es verschiedene Versuche zum Überwinden des Zahnradgeräuschproblems. Beispielsweise wurden Bremsglieder vorgesehen, die einen Reibungswiderstand auf die Zahnräder ausüben. Wenn die Zahnräder somit inaktiv sind, tritt ein Rattergeräusch so lange nicht auf, wie der Reibungswiderstand größer ist als eine Trägheitsmomentgrenze bei diesem Zahnradeingriff. Dies ist eine unbefriedigende Lösung des Zahnradgeräuschproblems, da es den mechanischen Wirkungsgrad des Getriebes verschlechtert. Auch hat es einen nachteiligen Einfluß auf die Schaltbarkeit. So ist eine größere Schaltkraft erforderlich, wenn durch die Antiratterelemente ein Fremdwiderstand induziert wird. Dieser Fremdwiderstand, der zur Trägheit der Kupplung und der betreffenden umlaufenden Teile des Getriebes hinzukommt, muß von der Bedienungsperson überwunden werden, wenn sie eine Schaltkraft über das Schaltgestänge auf die Synchronisierungskupplungen ausübt.

Andere Versuche zur Überwindung des Zahnradgeräuschproblems bestehen darin, daß eine sogenannte Scheren-Zahnradanordnung verwendet wird, bei der ein Element des kämmenden Zahnradatzes in zwei Teile unterteilt wird, die in Torsionsrichtung federbelastet werden, wodurch ein Totgangzustand an der Eingriffsstelle der Zähne unterbunden wird. Ein weiteres Beispiel zum Vermeiden des Zahnradgeräusches zeigt die US 48 11 615, bei der eine Torsionskraft auf benachbarte Elemente eines Gegenwellen-Zahnrades ausgeübt wird, so daß das angelegte Federmoment einen größeren Wert als das Trägheitsmoment an den miteinander kämmenden Zähnen hat. In diesem Fall ist die Torsionsfederkraft in der Lage, die Torsionsbeschleunigung der einzelnen Zahnräder zu überwinden, vorausgesetzt, daß das Trägheitsmoment nicht größer ist als das Federmoment. Abgesehen von gewissen Funktionsnachteilen dieser Lösungen sind sie relativ kompliziert und kosten-

aufwendig; auch erhöhen sie den Platzbedarf.

Durch die vorliegende Erfindung soll ein Mehrwellen-Getriebe mit konstantem Kämmeingriff geschaffen werden, bei dem das Zahnradgeräuschproblem gelöst ist und gleichzeitig die Schaltbarkeit verbessert wird, indem die verschiedenen Komponenten des Gesamtträgheitsmomentes reduziert werden. Insbesondere soll ein Getriebe geschaffen werden, bei dem die Elemente des Getriebezuges wahlweise von der Antriebs- und Abtriebswelle des Getriebes abgekuppelt werden können, wodurch diese Elemente von den momentanen Torsionsbeschleunigungen der Brennkraftmaschine wie auch von den umlaufenden Drehmomentabgebenden Elementen auf der Abtriebsseite des Getriebes getrennt werden.

Die Erfindung sowie vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen gekennzeichnet.

Bei einem herkömmlichen Getriebe mit konstantem Kämmeingriff, wie es weiter oben beschrieben wurde, wird nur eine einzige Synchronisierkupplung für jeden Zahnradsatz verwendet. Jedes Zahnradpaar wird daher entweder vom Antrieb oder vom Abtrieb angetrieben. Ein getrenntes Zahnradpaar wird für jeden Drehmomentübertragungsweg verwendet, und zwar je nach dem, welche Synchronisiereinrichtung von der Bedienungsperson gewählt wird. Wenn die Synchronisiereinrichtung auf der Abtriebswelle angebracht ist, wie dies in den US-PSen 39 94 182 und 36 18 416 der Fall ist, so sind die Zahnräder der Gegenwelle dauernd mit der Brennkraftmaschine gekuppelt und daher Torsionsstörungen der Brennkraftmaschine ausgesetzt. Wenn die Synchronisiereinrichtung auf der Gegenwelle angebracht ist, wie im Fall der US 47 57 726, so ist der Zahnradsatz mit der Abtriebsseite des Getriebes gekoppelt.

Bei dem Getriebe der vorliegenden Erfindung bilden die Synchronisiereinrichtungen einen Teil jedes Satzes der treibenden Zahnräder auf sowohl der Gegenwelle wie auch auf der Hauptwelle. Die Zahnräder werden somit nicht durch Torsionsstörungen im Antriebs-Getriebezug beeinflusst, unabhängig davon, ob sich das Getriebe im Leerlauf oder in einem Gang befindet.

Bei dem in der Figurenbeschreibung offenbarten Ausführungsbeispiel wird eine Doppelsynchronisiereinrichtung in der Rückwärtsgang-Zahnradanordnung verwendet; das gleiche Konzept könnte jedoch auch bei irgendeinem anderen Zahnradsatz zusätzlich zu dem Rückwärtsgang-Zahnradsatz eingesetzt werden.

Wenn sowohl der Antrieb wie auch der Abtrieb von den inaktiven Zahnrädern getrennt sind, laufen die von der Doppelsynchronisierereinrichtung gesteuerten Zahnräder nicht um. Wenn somit das Getriebe in einem anderen Gang als im Rückwärtsgang arbeitet, sind die Rückwärtsgang-Zahnräder und das Rückwärtsgang-Losezahnrad inaktiv und sie laufen dann auf ihren entsprechenden Wellen mit verringerter Geschwindigkeit um. Dies löst praktisch das Problem des Zahnradgeräusches und der Wärmeerzeugung und erhöht somit die Lebensdauer der Zahnräder und der zugehörigen Lager, wodurch sowohl die Gesamtlebensdauer und die Schaltbarkeit des Getriebes verbessert werden.

Drehmomentimpulse aufgrund der Verbrennungskräfte oder der Maschinenträgheitsmomente haben wenig oder keinen Einfluß auf die einzelnen Getriebeelemente des erfindungsgemäß ausgebildeten Getriebes, da sie von den Drehteilen in diesen Augenblicken gelöst sind, wenn sie an der Drehmomentübertragung nicht teilnehmen.

Das erfindungsgemäß ausgebildete Getriebe kann bei verschiedenen Maschinen- und Getriebekonfigurationen eingesetzt werden. Bei einer typischen Konfiguration wird ein Schwungrad mit der Brennkraftmaschine verwendet, um die Torsionsbeschleunigungen der Maschine zu verringern. Es ist eine bekannte Praxis, die Schwungradmasse zu erhöhen, um das Zahnradgeräusch zu verringern oder zu eliminieren. Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Getriebe ist es jedoch unnötig, die Schwungradmasse zu erhöhen.

Bei dem in der Figurenbeschreibung gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um ein manuell schaltbares Getriebe mit einer einzelnen Gegenwelle und mit Synchronisierkupplungen. Ferner ist die Abtriebswelle koaxial zur Kurbelwelle angeordnet. Die Erfindung ist jedoch auch bei Parallelwellen-Getriebe mit zwei oder mehr Gegenwellen anwendbar. Derartige Parallelwellen-Getriebe können so ausgebildet sein, daß die Wellenachsen zu der Kurbelwellenachse ausgerichtet sind oder parallel zu dieser verlaufen; die Erfindung ist jedoch auch bei Getriebeanordnungen einsetzbar, bei der die Kurbelwelle beispielsweise quer zu den Wellenachsen verläuft.

Bei dem in der Figurenbeschreibung offenbarten manuell schaltbaren Getriebe sind handbetätigbare Synchronisierkupplungen für die verschiedenen Drehmomentübertragungswege vorgesehen. Die Erfindung ist jedoch auch bei Mehrwellengetrieben mit druckmittelbetätigten Reibungskupplungen bzw. druckmittelbetätigten Synchronisierkupplungen einsetzbar. Derartige Mehrwellen-Getriebe können mit automatischen oder halbautomatischen Kupplungsreglern versehen sein.

Anhand der Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1A, 1B einen Längsschnitt durch ein manuell schaltbares synchronisiertes Mehrganggetriebe mit konstantem Kämmeingriff;

Fig. 1C das Schaltmuster für das Getriebe;

Fig. 1D eine vergrößerte Ansicht der Synchronisierkupplung für den dritten bzw. vierten Gang in Fig. 1A;

Fig. 1E eine vergrößerte Ansicht der Synchronisierkupplung für den ersten und zweiten Gang in Fig. 1A;

Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt entlang der Linie III-III in Fig. 1A;

Fig. 4 einen Querschnitt entlang der Linie IV-IV in Fig. 1B;

Fig. 5 einen Querschnitt entlang der Linie V-V in Fig. 1B;

Fig. 6 eine vergrößerte Schnittansicht der Schaltstange und der Wählereinrichtung für das 1-2-Schaltgestänge, das 3-4-Schaltgestänge und das Schaltgestänge für den fünften und rückwärtigen Gang;

Fig. 7 einen Querschnitt entlang der Linie VII-VII in Fig. 6;

Fig. 8 eine vergrößerte Teilschnittansicht der Schaltgabel für den fünften und rückwärtigen Gang;

Fig. 9 eine Schnittansicht einer Einzelheit einer typischen Sinke einer Schaltgabel.

In Fig. 1A ist ein Kupplungsgehäuse 10 zu sehen, das mit seinem Umfang 12 an einen Maschinenblock einer Brennkraftmaschine (nicht gezeigt) angeflanscht ist. Ein Getriebegehäuse-Endabschnitt 14 ist mittels Schrauben 16 mit der rechten Seite des Kupplungsgehäuses 10 verbunden. Ferner ist in Fig. 1A eine Kupplungseinrückfeder 18 angedeutet, die einen Teil der Starterkupplung (nicht gezeigt) bildet.

Ein teilweise dargestellter Kupplungsdeckel 20 ist mit dem Schwungrad der Brennkraftmaschine verbunden. Die Starterkupplung umfaßt eine Kupplungsscheibe, die bei 22 mit einer Antriebswelle 24 drehfest verbunden ist; die Antriebswelle 24 sitzt in einer Lagerträger-Hülse 26.

Die Antriebswelle 24 ist mit einem Antriebszahnrad 28 fest verbunden bzw. einstückig ausgebildet. Das Antriebszahnrad 28 ist durch ein Kegelrollenlager 30 drehbar gelagert, das in einem Lagerträger 32 angeordnet ist. Der Lagerträger 32 ist durch Schrauben 34 an einer Wand 36 auf der linken Seite eines Getriebe-Hauptgehäuses 38 befestigt.

Das Antriebszahnrad 28 ist mit einer zentralen Lageröffnung 40 versehen, die das linksseitige Ende 42 einer Hauptwelle 44 aufnimmt. Ein als Abtrieb dienender Wellenabschnitt 45 ist mit der Hauptwelle 44 verbunden bzw. bildet einen Teil der Hauptwelle 44. Das Ende 42 ist in der Lageröffnung 44 durch Kegelrollenlager 46 drehbar gelagert. Das rechtsseitige Ende der Hauptwelle 44 ist durch ein Lager 48 in einer Lageröffnung der Wand (50) des Getriebe-Gehäuseabschnitts 38' gelagert.

Auf der Welle 44 sind ein Zahnrad 52 für den ersten Gang, ein Zahnrad 54 für den zweiten Gang, ein Zahnrad 56 für den dritten Gang und ein Zahnrad 58 für den Rückwärtsgang drehbar gelagert, und zwar jeweils mittels eines Nadellagers 60, 62, 64 bzw. 66. Ein Zahnrad 68 für den fünften Gang ist bei 70 mit der Hauptwelle 44 drehfest verbunden.

Die Welle 44 ist mit einer Schulter 72 zum Positionieren der Zahnräder 54 und 56 versehen.

Ein zwischen den Enden angeordnetes Kegelrollenlager 74 nimmt den mittleren Abschnitt der Welle 44 auf. Es umfaßt eine innere Lagerbahn, die die Welle bei 76 abstützt, und eine äußere Lagerbahn 78, die von einer Lagerwand 80 des Getriebegehäuses 38 getragen wird. Die innere Lagerbahn für das Kegelrollenlager 74 liegt an einer Ringschulter 82 der Welle 44 an. Ein Schnapperring 86 auf der Welle 44 dient zur axialen Positionierung des Zahnrades 68.

Eine doppelt wirkende Synchronisierkupplung 88 ist zwischen dem Antriebszahnrad 28 und dem Zahnrad 58 angeordnet. Es umfaßt eine Synchronisierhülse 90, die bei 92 mit dem linksseitigen Ende der Welle 44 drehfest verbunden ist. Die Nabe 90 trägt eine Kupplungshülse 94. Die Hülse 94 und die Nabe 90 sind mit einer zueinander ausgerichteten Keilverzahnung versehen, die eine Schaltbewegung der Hülse 94 in beiden axialen Richtungen ermöglicht. Schaltstangen 96, die in axialen Schlitzen im Umfang der Nabe 90 angeordnet sind, sind in der Lage, bei einer Schaltbewegung der Hülse 94 einen Sperring 98 zu erfassen, wenn die Hülse 94 nach links verschoben wird. Ein entsprechender Sperring 100 wird von den Schubstangen 96 erfaßt, wenn die Hülse 94 nach rechts verschoben wird.

Die Schubstangen 96 werden von Federn 101 radial nach außen gedrückt. Die Federn 101 umgeben die Welle 44 und sorgen für eine Rastwirkung zwischen den Schubstangen und den Zähnen der Keilverzahnung der Hülse 94. Die Enden der Schubstangen sitzen in Ausnehmungen 103, 105 des Sperrings 98 bzw. 100. Die Umfangsbreite jedes dieser Sperringausnehmungen ist geringfügig größer als die Breite der Schubstangen.

Der Sperring 98 besitzt eine innere konische Fläche, die an einer äußeren konischen Fläche eines von dem Zahnrad 28 getragenen Kupplungselementes 102 anliegt. Das Kupplungselement 102 besitzt äußere Kupp-

lungszähne 104, die von den inneren Zähnen der Hülse 94 erfaßt werden, wenn die Hülse 94 durch die äußeren Zähne 106 des Sperrings 98 hindurch verschoben wird.

Wenn die Hülse 94 nach links verschoben wird und eine Relativbewegung zwischen dem Zahnrad 28 und der Welle 44 stattfindet, wird der Sperring 98 in Umfangsrichtung so weit weitergeschaltet, wie dies aufgrund einer von den Schubstangen gebildeten Totgangverbindung zwischen dem Sperring 98 und der Nabe 90 möglich ist. Dies führt zu einer Überlappung zwischen den Zähnen des Sperrings 98 und den inneren Zähnen der Hülse 94, was einen Kupplungseingriff der konischen Kupplungsflächen des Sperrings 98 und des Kupplungselementes 102 hervorruft. Dies prägt dem Zahnrad 28 ein synchronisierendes Drehmoment auf, welches so lange andauert, bis das Zahnrad 28 und die Welle 44 miteinander synchronisiert sind. Danach kann die Hülse 94 in Kupplungseingriff mit den Zähnen 104 des Zahnrades 28 geschaltet werden.

Zur Funktionsweise dieser Synchronisereinrichtung sei auf die US-Anmeldung 4 21 930, vom 16. Oktober 1989 verwiesen.

Wenn die Hülse 98 die Kupplungszähne 104 erfaßt, kommt es zu einer unmittelbaren Antriebsverbindung zwischen der Antriebswelle 24 und der Welle 44, wodurch ein 1 : 1-Übersetzungsverhältnis entsteht, das den vierten Gang bildet.

Wenn die Hülse 94 nach rechts verschoben wird, übt der Sperring 100 ein synchronisierendes Drehmoment auf das Kupplungselement 107 aus, wenn zwischen der Welle 44 und dem Zahnrad 56 eine Relativbewegung vorhanden ist. Nach der Synchronisierung kann die Hülse 94 die Zähne 108 des Kupplungselementes 106 für das Zahnrad 56 erfassen. Hierdurch wird der dritte Gang gebildet.

Beim Betrieb im dritten Gang gibt das Zahnrad 56 ein Drehmoment ab, während es mit dem Zahnrad 110 auf einer Zahnradwelle 112 kämmt. Das Antriebszahnrad 28 kämmt mit einem Zahnrad 114 der Zahnradwelle 112. Der Drehmomentübertragungsweg verläuft somit im dritten Gang über die Zahnräder 28, 114, 110 und 56.

Die anderen Zahnräder, die von der Welle 44 getragen werden, stehen mit den entsprechenden Zahnrädern auf der Zahnradwelle 112 in konstantem Kämmeingriff. Das Zahnrad 54 kämmt dauernd mit dem Zahnrad 116 der Zahnradwelle 112, das Zahnrad 52 kämmt dauernd mit dem Zahnrad 118, und das Zahnrad 68 kämmt dauernd mit dem Zahnrad 120.

Die Zahnradwelle 112 und ihre Zahnräder sind einstückig ausgebildet, so daß eine "cluster gear assembly" gebildet wird.

Das linksseitige Ende der Zahnradwelle 112 wird von einem Kegelrollenlager 112 abgestützt, das eine äußere Laufbahn in einer Lageröffnung 124 in der Wand 36 besitzt.

Das rechtsseitige Ende der Zahnradwelle 112 wird von einem Rollenlager 126 in einer Lageröffnung 128 abgestützt, die in der Wand 50 des Gehäuses 38 gebildet ist. Das Lager 126 ist primär ein Führungslager mit erheblichen radialen Toleranzen. Hierdurch werden Lagerabnutzungsprobleme bezüglich der beiden anderen Lager vermieden.

Der zentrale Abschnitt der Zahnradwelle 152 wird von einem Kegelrollenlager 146 abgestützt, das in einer Lageröffnung 148 der Wand 80 des Gehäuses 38 sitzt.

An der Wand 80 ist mittels Schraube 152 eine Halteplatte 150 befestigt, die das Lager 148 in seiner axial festgelegten Stellung hält. Eine ähnliche Halteplatte 154

für das Lager 74 ist an der Wand 80 befestigt.

### Die Synchronisierkupplungen

Eine doppelt wirkende Synchronisierkupplung 156 ist zwischen den Zahnrädern 54 und 52 angeordnet. Die Synchronisierkupplung 156 umfaßt eine Nabe 158, die durch eine Keilverzahnung 160 mit der Welle 44 drehfest verbunden ist. Eine Kupplungshülse 162 ist auf der Nabe 156 gleitbar gelagert und ist mit einer inneren Keilverzahnung versehen, die mit der Keilverzahnung der Nabe 158 in Eingriff steht.

Ein erster Sperring 164 ist zwischen der Nabe 158 und einem von dem Zahnrad 54 getragenen Kupplungselement 166 angeordnet. Die Synchronisierkupplung 156 ist als doppelt wirkende Konuskupplung mit einem Kupplungselement 168 ausgebildet, das mit radial äußeren und radial inneren konischen Flächen versehen ist, die mit entsprechenden konischen Flächen des Sperrings 164 und eines mit der Nabe 158 verbundenen Kupplungselementes 167 zusammenwirken. Bei einer Schaltbewegung der Hülse 162 nach links verhindert der Sperring 164 eine axiale Bewegung der Hülse 162, bis die Welle 44 und das Zahnrad 54 miteinander synchronisiert sind. Nach der Synchronisierung erfaßt die innere Verzahnung der Hülse 162 die Verzahnung des Kupplungselementes 166, wodurch die Welle 44 mit dem Zahnrad 54 verbunden wird.

In der gleichen Weise kann das Zahnrad 52 mit der Welle 44 verbunden werden, wenn die Hülse 62 nach rechts verschoben wird, bis ihre inneren Zähne die äußeren Kupplungszähne 170 des Zahnrades 52 erfassen. Ein zweiter Sperring 172 ist auf der rechten Seite der Nabe 158 zwischen der Hülse 162 und dem Kupplungselement 170 angeordnet. Wie im Fall der Synchronisierkupplung für das Zahnrad 54 ist die Synchronisierkupplung für das Zahnrad 52 eine doppelt wirkende Kupplung, die ein mit der Nabe 158 verbundenes Kupplungselement 174 sowie ein mit dem Kupplungselement 170 verbundenes Doppelkonus-Kupplungselement 176 umfaßt.

Eine dritte Synchronisierkupplung 178 ist zwischen dem Zahnrad 58 und dem Zahnrad 68 angeordnet und umfaßt eine Nabe 180, die über eine Keilverzahnung mit der Welle 44 drehfest verbunden ist, wie in den Fig. 1B und 8 gezeigt ist. Es ist eine einfach wirkende Synchronisierkupplung, die eine von der Nabe 180 getragene Kupplungshülse 182 besitzt. Wie im Fall der oben beschriebenen Synchronisierkupplungen sind die Kupplungshülse und die Nabe mit zusammenwirkenden Kupplungszähnen versehen. Wenn die Hülse 182 nach links verschoben wird, übt sie eine synchronisierende Kupplungskraft auf den Sperring 184 aus, bis die Welle 44 oder 258 miteinander synchronisiert sind. Nach der Synchronisierung kann die Hülse 182 durch den Sperring 184 hindurch in Kupplungseingriff mit den Kupplungszähnen 186 gedrückt werden.

Eine vierte Synchronisierkupplung 188, die ebenfalls in den Fig. 1B und 8 zu sehen ist, befindet sich zwischen dem Rückwärtsgang-Zahnrad 144 und dem für den fünften Gang dienenden Zahnrad 120 auf der Zahnradwelle 112. Sie umfaßt eine Nabe 190, die über eine Keilverzahnung 192 mit der Zahnradwelle 112 drehfest verbunden ist. Wie die anderen Synchronisierkupplungen besitzt die Synchronisierkupplung 188 Schubstangen 189 und radial wirkende Federn 191. Ein von der Nabe 180 getragener Halter 193 hält die Schubstangen 189 an Ort und Stelle.

Eine Nabe 190 trägt gleitend eine Kupplungshülse 194, die mit einer inneren Keilverzahnung versehen ist, mit denen äußere Kupplungszähne der Nabe 190 in Gleiteingriff stehen.

Die Synchronisierkupplung 188 ist eine doppelt wirkende Synchronisierereinrichtung, die den gleichen Aufbau wie die Synchronisierkupplung 88 haben kann. Sie umfaßt einen ersten Sperring 196 auf der linken Seite der Nabe 190 und einen zweiten Sperring 198 auf der entgegengesetzten Seite. Wenn die Hülse 194 nach links verschoben wird, erfaßt sie den Sperring 196, bis die Zahnradwelle 112 und das Zahnrad 144 miteinander synchronisiert sind. Nach der Synchronisierung kann die Hülse 194 in Kupplungseingriff mit den äußeren Kupplungszähnen des vom Zahnrad 144 getragenen Kupplungselementes 200 geschaltet werden.

Bei einer Schaltbewegung der Hülse 194 nach rechts erfassen die inneren Kupplungszähne der Hülse die Kupplungszähne des Sperrings 198, bis das Zahnrad 120 und die Zahnradwelle 112 miteinander synchronisiert sind. Wenn die Synchronisierung stattfindet, kann die Hülse 194 durch den Sperring 198 hindurchtreten, was zur Folge hat, daß die inneren Kupplungszähne der Hülse die vom Zahnrad 120 getragenen Kupplungszähne 202 erfaßt.

Ein Rückwärtsgang-Losezahnrad 204 (Fig. 1C) ist auf einer Welle 206 mittels Lager 210 drehbar gelagert. Die Welle 206 ist an ihrem linksseitigen Ende in einer Öffnung 208 des Gehäuses 38 gelagert. Das rechtsseitige Ende der Welle 206 ist in einer Öffnung 212 des Gehäusesabschnitts 38' gelagert, wie bei 214 zu sehen ist. Die Welle 206 ist mit einem Schmierölkanal 216 versehen, der Schmieröl an das Lager 210 über radiale Schmierölkanäle 218 und 220 verteilt.

### Gangwechsel

Das niedrigste Untersetzungsverhältnis (erster Gang) erhält man dadurch, daß die Kupplungshülse 162 nach rechts geschaltet wird, wodurch das Zahnrad 52 mit der Welle 44 verriegelt wird. Die Zahnradwelle 112 wird von dem Antriebszahnrad 28 kontinuierlich angetrieben. Der Drehmomentübertragungsweg verläuft daher im ersten Gang über die Zahnräder 28, 114, 118, 52 und die Welle 44.

Ein Gangwechsel zum zweiten Untersetzungsverhältnis (zweiter Gang) erhält man dadurch, daß die Kupplungshülse 162 nach links verschoben wird, bis eine Treibverbindung zwischen der Welle 44 und dem Zahnrad 54 hergestellt ist. Der Drehmomentübertragungsweg zur Übertragung des Drehmomentes auf die Abtriebsseite des Getriebes verläuft dann über die Zahnräder 28, 114, 116 und 54.

Einen Gangwechsel zum dritten Gang erhält man, wie bereits oben erwähnt, dadurch, daß die Kupplungshülse 94 nach rechts verschoben wird, bis das Zahnrad 54 mit der Welle 44 verriegelt ist. Der vierte Gang, der ein Übertragungsverhältnis von 1 : 1 darstellt, ergibt sich, wie bereits erwähnt, dadurch, daß die Kupplungshülse 94 nach links geschaltet wird, bis die Kupplungshülse 94 direkt mit dem Zahnrad 28 gekuppelt ist.

Den fünften Gang erhält man dadurch, daß die Kupplungshülse 94 der Synchronisierkupplung 188 nach rechts geschaltet wird, bis die Zahnradwelle 112 direkt mit dem Zahnrad 120 verbunden ist. Im fünften Gang verläuft somit der Drehmomentübertragungsweg über die Zahnräder 28, 114, 120 und 68.

Der Rückwärtsgang ergibt sich dadurch, daß die

Kupplungshülse 194 nach links verschoben wird, bis die Zahnradwelle 112 mit dem Rückwärtsgang-Zahnrad 144 verbunden ist, und daß die Kupplungshülse 182 nach links geschaltet wird, bis sie mit dem Rückwärtsgang-Zahnrad 58 verbunden ist. Das Rückwärtsgang-Losezahnrad 204 kämmt kontinuierlich mit den Zahnradern 58 und 144, so daß der Drehmomentübertragungsweg im Rückwärtsgang über die Zahnrad 28, 114, 144, 204 und 58 verläuft.

Die Hülse 182 der Synchronisierkupplung 178 ist axial so angeordnet, daß sie bei einer Schaltbewegung gemeinsam mit der Schaltbewegung der Hülse 194 der Synchronisierkupplung 188 die Kupplungszähne 186 erfaßt, ehe der Sperring 196 der Synchronisierkupplung 188 von der Hülse 194 erfaßt wird.

Wenngleich das beschriebene Ausführungsbeispiel zwei nacheinander wirkende Synchronisierkupplungen 178 und 188 besitzt, ist das Prinzip der Erfindung auch bei einem Mehrwellen-Getriebe anwendbar, bei dem eine der Synchronisierkupplungen 178 und 188 durch eine Gleithülsekupplung ersetzt ist. Die oben beschriebene US-PS 36 18 416 zeigt eine derartige Kupplung, vgl. beispielsweise Kupplung 28. und Zahnrad 34 in Fig. 1 der US-PS 36 18 416.

Aus der obigen Beschreibung dürfte deutlich sein, daß das Zahnrad 58 aus dem Drehmomentübertragungsweg in jedem der Vorwärtsgänge ausgekoppelt ist. Es ist mit der Welle 44 nur in Rückwärtsgang gekuppelt. In der gleichen Weise ist das Rückwärtsgang-Zahnrad 144 in allen Gängen außer im Rückwärtsgang von der Zahnradwelle 112 vollständig gelöst. Das Zahnrad 144 und das Rückwärtsgang-Losezahnrad 204, mit dem es kämmt, laufen somit in den Vorwärtsgängen nicht um. Fremdwiderstandsverluste an den Lagern können jedoch eine geringfügige Drehung der Zahnrad 144 und 58 sowie des Zahnrades 204 hervorrufen. Die umlaufende Masse des Losezahnades 204, die umlaufende Masse des Rückwärtsgang-Zahnades 144 und die umlaufende Masse des Zahnades 58 tragen jedoch zur getriebenen Trägheit der umlaufenden Trägheitsmassen, die während eines Gangwechsels beschleunigt bzw. verzögert werden müssen, nichts bei.

Das Zahnrad 120 für den fünften Gang ist in sämtlichen Gängen außer dem fünften Gang von der Zahnradwelle 112 gelöst und ist daher gegenüber den Torsionsbeschleunigungen der Brennkraftmaschine isoliert. Wenngleich das Zahnrad 68 mit dem Zahnrad 120 in konstantem Kämmeingriff steht und das Zahnrad 120 zur umlaufenden Trägheitsmasse in den anderen Gängen beiträgt, haben die umlaufende Trägheitsmasse der Zahnradwelle 112 und die umlaufende Masse des Zahnades 120 bei diesem Betrieb in den anderen Gängen keinen Einfluß.

Das Zahnrad 68 und das Zahnrad 120, mit dem es kämmt, werden in sämtlichen Gängen außer dem fünften Gang von den Fahrzeugrädern angetrieben. Die umlaufende Trägheitsmasse der Zahnrad 68 und 120 ist daher kein Faktor, der die Schaltbarkeit beim Schalten zwischen den ersten vier Vorwärtsgängen und dem Rückwärtsgang beeinträchtigt. Auch ist sie kein Faktor, der einen Einfluß auf das Zahnradgeräusch hat, da die Synchronisierkupplung 188 das Zahnrad 120 von der Zahnradwelle 112 abkuppelt und das Zahnrad 120 gegenüber den das Zahnradgeräusch erzeugenden Maschinenbeschleunigungen isoliert. Das Zahnrad 120 ist bei 140 auf der Zahnradwelle 112 drehbar gelagert, und ein Schwerkraftwiderstand am Lager 140 aufgrund der Relativbewegung zwischen dem Zahnrad 120 und der

Zahnradwelle 112 ist nicht groß genug, um die Schaltbarkeit oder das Zahnradgeräusch zu beeinflussen.

## Gangwahl

Die Schaltbewegung der entsprechenden Kupplungshülsen wird durch eine einzelne Schaltstange 222 erzielt, die an der Oberseite des Getriebes angeordnet ist, wie in den Fig. 1A und 1B zu sehen ist. Die Schaltstange 222 erstreckt sich durch eine Öffnung 224 in einem Deckel 226, der an der Oberseite des Getriebegehäuses befestigt ist.

Wie in Fig. 3 zu sehen ist, trägt die Schaltstange 222 eine Schaltgabel 228 mit Gabelzinken 230 und 232. Die Enden der Zinken tragen Backen 234 und 236, die in einer Nut 238 der Hülse 162 der Synchronisierkupplung 156 angeordnet sind.

Die Schaltgabel 228 besitzt einen Wähler-Gabelkörper 239, der die Schaltstange 222 umgibt. Der Gabelkörper 239 besitzt eine 1-2-Schaltplatte 240 (Fig. 1A u. 6). Die Schaltplatte 240 ist mit einem Schlitz 242 (Fig. 6) versehen, in den ein Wählerstift 244 greift, der von einem Körper 246 getragen wird. Der Körper 246 ist an der Schaltstange 222 durch einen Stift 248 befestigt, so daß der Körper 246 und die Schaltstange 222 gemeinsam umlaufen und gemeinsam axial verschoben werden.

Wenn der Stift 144 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird, greift er in den Schlitz 242. Eine anschließende Axialbewegung der Schaltstange 222 hat dann zur Folge, daß die Schaltplatte 240 und der Gabelkörper 239 gemeinsam mit der Schaltstange 222 geschaltet werden. Dies verleiht der Kupplungshülse 162 eine Schaltbewegung in der einen oder anderen Richtung, und zwar je nach der Schaltrichtung der Schaltstange 222.

Die Schaltstange 222 stützt ferner einen Gabelkörper 250 für die 3-4-Schaltgabel 252 ab, wie am besten in den Fig. 1A und 2 zu sehen ist.

Die Schaltgabel 252 weist Gabelzinken 254 und 256 auf, die an ihren Enden einen Backen 258 bzw. 260 tragen, wie in Fig. 2 zu sehen ist. Die Backen 258 und 260 sind zu der Nut 262 in der Kupplungshülse 94 ausgerichtet.

Der Gabelkörper 250 trägt eine 3-4-Schaltplatte 264, wie am besten in den Fig. 1A und 7 zu sehen ist. Wenn die Schaltstange 222 so gedreht wird, daß sich der Wählerstift 244 in im wesentlichen horizontaler Richtung (in Fig. 6) befindet, ist der Wählerstift 244 zu dem Schlitz 266 in der Schaltplatte 264 ausgerichtet. Wenn die Schaltstange 222 axial bewegt wird, nachdem die 3-4-Schaltplatte 264 von dem Wählerstift 244 erfaßt wurde, so wird die Kupplungshülse 94 axial in der einen oder anderen Richtung verschoben, und zwar je nach der Richtung der axialen Schaltbewegung der Schaltstange 222.

Die Fig. 2 und 6 zeigen einen Hebel 268 für den fünften und rückwärtigen Gang. Der Hebel 268 wird von einer Welle 270 getragen und ist daran befestigt (Fig. 2 u. 4); die Welle 270 verläuft in einer Richtung parallel zu den Achsen der Welle 44 und der Zahnradwelle 112. Sie ist an ihren Enden in Vorsprüngen des Gehäuses 38 gelagert. Das obere Ende des Hebels 268 sitzt, wie bei 272 in Fig. 2 gezeigt, in einer Öffnung 274 des Deckels 226.

Der Hebel 268 hat, wie in den Fig. 2 und 6 zu sehen ist, einen Arm 276 mit einer Ausnehmung 278, in die der Wählerstift 244 greift, wenn der Wählerstift 244 aus der in Fig. 6 gezeigten Stellung im Uhrzeigersinn gedreht



wird. Wenn der Wählerstift 244 diese Winkelstellung einnimmt und wenn die Schaltstange 222 axial verschoben wird, verschiebt sich der Hebel 268 in der einen oder anderen Richtung je nach der Richtung der Schaltbewegung der Schaltstange 222.

Wie am besten in Fig. 4 zu sehen ist, stützt die Welle 270 sowohl die Schaltgabel 276 für den Rückwärtsgang und die Schaltgabel 278 für den fünften und rückwärtigen Gang ab. Die Schaltgabel 276 weist Gabelzinken 280 und 282 auf, die Backen tragen, welche in die Nut 284 greifen, wie am besten in Fig. 8 zu sehen ist. Die Schaltgabel 278 besitzt zwei Zinken 286, die mit einer Nut 288 in der Kupplungshülse 194 (Fig. 8) ausgerichtet sind.

Wie in den Fig. 6 und 7 dargestellt ist, ist auf der Schaltstange 222 eine Verriegelungsplatte 290 drehbar gelagert. Die Verriegelungsplatte 290 ist an der Schaltstange 222 nicht befestigt, wird jedoch von ihr abgestützt. Die Verriegelungsplatte 290 sitzt in einem Schlitz 292 des Deckels 226. Sie wird somit bezüglich des Deckels 226 axial festgelegt, kann jedoch relativ zu ihm umlaufen, wenn der Stift 244 von der Welle 222 gedreht wird.

Die Verriegelungsplatte 290 hat eine seitliche Öffnung 294, durch die sich der Stift 244 erstreckt. Der Stift 244 und die Verriegelungsplatte 290 befinden sich, wenn der Stift 244 die in Fig. 6 gezeigte Stellung einnimmt, in derselben Ebene, so daß die Verriegelungsplatte bei einer Drehung des Stiftes mit diesem umläuft.

Wenn der Wählerstift 244 die in Fig. 6 gezeigte horizontale Stellung einnimmt, sitzt die Verriegelungsplatte 290 in dem Schlitz 242 der 1-2-Schaltplatte 240. Diese hält die Schaltplatte 240 axial fest, während der Wählerstift 244 die 3-4-Schaltplatte 264 in beiden axialen Richtungen verschieben kann. In der gleichen Weise greift die Verriegelungsplatte in den Schlitz 277 des Hebels 268, wenn der Stift die in Fig. 6 gezeigte horizontale Stellung einnimmt. Dies verriegelt den Hebel 268 für den fünften und rückwärtigen Gang gegen eine Schaltbewegung in Richtung der Achse der Schaltstange 222, wenn die Schaltstange 222 in der einen oder anderen axialen Richtung verschoben wird.

Wenn der Stift 244 aus der in Fig. 6 gezeigten Stellung entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird, greift er in den Schlitz 242 der 1-2-Schaltplatte 240. Zu dieser Zeit legt die Verriegelungsplatte 240 den Hebel 168 und die 3-4-Schaltplatte am Deckel 226 gegen eine axiale Bewegung fest, während die Schaltstange 222 in der einen oder anderen axialen Richtung geschaltet wird. Wenn ferner der Stift 244 im Uhrzeigersinn geschaltet wird, um in den Schlitz 277 des Hebels für den fünften und rückwärtigen Gang zu greifen, so greift die Verriegelungsplatte in die Schlitz 242 und 266 der 1-2-Schaltplatte bzw. der 3-4-Schaltplatte, wodurch die 1-2-Schaltgabel und die 3-4-Schaltgabel während einer axialen Schaltbewegung der Schaltstange 222 bezüglich des Deckels 226 axial festgelegt werden.

Fig. 7 zeigt, wie der Stift 244 in den Schlitz 266 der 3-4-Schaltplatte greift. Diese Beziehung zwischen der 3-4-Schaltplatte und dem Stift 244 ist typisch für die Art und Weise, in der die Verriegelungsplatte bezüglich der anderen Kupplungshülsen funktioniert.

Fig. 8 zeigt eine Detailansicht im Querschnitt der Enden der Schaltgabel für den fünften und rückwärtigen Gang sowie der Schaltgabel für den Rückwärtsgang. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, sind diese Gabelenden axial gegeneinander versetzt, um eine Überlappung zu vermeiden.

Fig. 9 ist eine Detailansicht im Querschnitt eines Endes einer typischen Schaltgabel. Jede Schaltgabel weist einen Backen 296 aus Nylon auf, der das Ende der Gabel zinkumgibt. Der Backen 196 ist zu den Nuten in den entsprechenden Kupplungshülsen ausgerichtet. Er wird von Vorsprüngen 296' gehalten, die in entsprechenden Vertiefungen 298 sitzen.

Die Schaltstange wird in Dreh- und Axialrichtung von einem Schalthebel 300 betätigt, wie in Fig. 1D zu sehen ist. Das untere Ende 302 des Schalthebels 300 sitzt in einem "Turm" 304, der an dem Gehäuse 306 gebildet ist. Das untere Ende des Schalthebels 300 sitzt in einem sphärisch ausgebildeten Lagerteil 308, welcher in einem dazu ausgerichteten Lagerteil 310 mit einer inneren sphärischen Lagerfläche geführt ist. Das Lagerteil 310 wird von einer Lagerplatte 312 abgestützt, die in einer Öffnung in einem Deckel 314 sitzt, welcher auf der Oberseite des Turmes 304 ruht und daran befestigt ist. Eine flexible Manschettendichtung 316 umgibt die Oberseite des Deckels 314 und das untere Ende des Schalthebels 300.

Ein Haltestift 318 erstreckt sich durch einen Querschlitzz 320 am unteren Ende 302 des Schalthebels 300 und durch eine damit zusammenwirkende Öffnung in dem Lagerteil 308. Eine Blattfeder 322 übt eine Federkraft auf den Stift 318 aus, mit der Tendenz, die Lagerteile 308 und 310 normalerweise zueinander ausgerichtet zu halten. Die Feder 322 ist an einem Haltering 324 verankert, der mit seinem Rand an der Lagerplatte 312 befestigt ist. Die Lagerteile dienen als Gelenkstelle für den Schalthebel 300, während der Schalthebel 300 in eine Richtung parallel zur Ebene der Achse der Welle 44 bewegt wird.

Das untere Ende 302 des Schalthebels 300 besitzt eine Kugelgelenkverbindung mit einem Schaltglied 326. Diese Verbindung besteht aus einer Kugel 329, die an dem Ende 302 gebildet ist und einer Lagerpfanne 331, die in einer zylindrischen Öffnung 333 des Schaltgliedes 326 sitzt.

Das Schaltglied 326 ist mit der Schaltstange 222 verbunden. Diese Verbindung erfolgt über eine zylindrische Öffnung 328 in dem Schaltglied 326, durch das sich das Ende der Schaltstange 222 erstreckt. Ein Haltestift 330 legt die Schaltstange 222 an dem Schaltglied 328 fest. Wenn daher der Schalthebel 300 in Richtung der Ebene der Welle 44 vor- und zurückbewegt wird, bewegt sich die Schaltstange 222 axial in der einen oder anderen Richtung, während sie der Bewegung des Schaltgliedes 326 folgt.

Eine federbelastete Rastkugel 332 wird von dem Schaltglied 326 getragen. Sie greift in Rastvertiefungen 334 einer Rastplatte 336, die an dem Gehäuse 306 innerhalb des Turms 304 abgestützt ist, wie in Fig. 1 zu sehen ist.

Das Schaltglied 326 besitzt ein Führungselement 338, das in einer Anordnung von Nuten 340 in der Rastplatte 336 sitzt. Die Nuten weisen axial verlaufende Abschnitte und quer verlaufende Abschnitte auf, um das Bewegungsmuster des Schaltgliedes 326 zu steuern, während der Schalthebel 300 von einer Position zur anderen bewegt wird. Dieses Bewegungsmuster ist in Fig. 1C dargestellt. Die Stellungen des Schaltgliedes 326 für den ersten, dritten und fünften Gang erhält man dadurch, daß der Schalthebel 300 in eine Richtung senkrecht zur Ebene der Welle 44 bewegt wird.

Nachdem der Schalthebel 300 in dieser Ebene positioniert worden ist, kann er in einer Richtung parallel zur Ebene der Welle 44 hin- und herbewegt werden, um die

Position für den ersten, dritten oder fünften Gang zu wählen. In derselben Weise können die Stellungen des Schaltgliedes 326 für den zweiten, vierten und rückwärtigen Gang durch Drehen des Schalthebels 300 in der entgegengesetzten Richtung in einer Ebene senkrecht zur Achse der Welle 44 erhalten werden. Eine anschließende Schaltbewegung des Schalthebels 300 in eine Richtung parallel zur Ebene der Achse der Welle 44 führt dann zu der Wahl der Stellungen für den zweiten, vierten bzw. rückwärtigen Gang.

Diese Dreh- und Axialbewegung des Schaltgliedes 326 wird auf die Schaltstange 222 übertragen. Eine Drehbewegung der Schaltstange 222 führt zur Wahl der 1-2-Schaltplatte, der 3-4-Schaltplatte oder des Schalthebels für den fünften und rückwärtigen Gang (Fig. 6), wenn der Wählerstift 244 in und außer Eingriff mit den Schlitten 242, 266 und 278 gedreht wird. Nachdem die 1-2-Schaltplatte, die 3-4-Schaltplatte oder der Schalthebel für den fünften und rückwärtigen Gang gewählt worden ist, führt eine axiale Schaltbewegung der Schaltstange zu einer Schaltbewegung der Kupplungshülse 94, 162 oder 182, die der 3-4-Schaltplatte, der 1-2-Schaltplatte bzw. dem Schalthebel für den fünften und rückwärtigen Gang zugeordnet ist.

Wie bereits erwähnt, hat eine Bewegung des Schalthebels für den fünften und rückwärtigen Gang eine entsprechende Bewegung der Kupplungshülsen 182 und 194 zur Folge.

#### Übersicht

Die Zahnräder, die im Rückwärtsgang den Drehmomentübertragungsweg bilden, sind vollständig gelöst von den Wellen, auf denen sie gelagert sind, und tragen zur umlaufenden Trägheitsmasse nichts bei. Ferner ist bei Betrieb in einem anderen Gang als dem fünften Gang das Zahnrad 120 von der Zahnradwelle 112 abgekuppelt. Wenngleich das Zahnrad 120 mit dem Zahnrad 68 verbunden ist, das seinerseits mit der Welle 44 drehfest verbunden ist und mit dieser umläuft, trägt die Trägheitsmasse des Zahnrades 120 nichts zur Trägheitsmasse der Zahnradwelle 112 bzw. der anderen Drehteile des Getriebes bei.

Da die Zahnräder 58, 204 und 144 in ihren entsprechenden Lagern frei drehen können und nicht mit den anderen Drehteilen des Getriebes in den Vorwärtsgängen umlaufen müssen, entsteht kein Zahnradgeräusch an den verschiedenen Eingriffsstellen der Verzahnung für den Rückwärtsgang-Getriebezug. Das Getriebegeräusch wird somit erheblich reduziert. Ferner verschlechtert sich die Schaltbarkeit während der Gangwechsel nicht, da die inaktiven Getriebeteile keine zusätzliche Drehmasse in dem Drehmomentübertragungsweg für den Rückwärtsgang bilden. Diese Getriebeteile sind sowohl von der Antriebsseite wie auch der Abtriebsseite des Getriebes abgekuppelt und getrennt, wodurch Drehschwingungen vermieden werden, die anderenfalls bei Beschleunigungen auftreten würden.

Wenn das Getriebe nicht im Rückwärtsgang arbeitet, wird die Relativgeschwindigkeit der Rückwärtsgang-Zahnräder bezüglich der Teile, auf denen sie gelagert sind, verringert. Somit wird weniger Wärme erzeugt, die von mechanischer Reibung und Schmierölverlusten herrührt. Hierdurch erhöht sich die Lebensdauer des Rückwärtsgang-Sperrings und der Lager für die Rückwärtsgang-Zahnräder. Dies ist ein Vorteil des beschriebenen Getriebes, der zu den geräuschverringernenden Eigenschaften und der verbesserten Schaltbarkeit hinzu-

kommt.

Die Zahnräder, die die Drehmomentübertragungswege für die ersten vier Vorwärtsgänge bilden, sind zwar Zahnräder mit konstantem Kämmeingriff, wobei nur eines der Zahnräder jedes kämmenden Paares auf seiner entsprechenden Welle drehbar gelagert ist; die oben beschriebenen Konstruktionsüberlegungen für den Rückwärtsgang-Drehmomentübertragungsweg lassen sich jedoch auch ohne weiteres auf diese Vorwärtsgänge anwenden. Beispielsweise könnten die Zahnräder 110, 116 und 118 auf einer Gegenwelle drehbar gelagert werden, und unabhängige Synchronisierkupplungen ähnlich den im Zusammenhang mit den Zahnrädern 56, 54 und 52 beschriebenen könnten dazu benutzt werden, die Zahnräder 110, 116, 118 wahlweise mit der Gegenwelle zu kuppeln. Jedes Zahnrad jeder Zahnradpaarung könnte sich dann relativ zu der Welle, auf der es gelagert ist, frei drehen, wodurch der Drehmomentübertragungsweg von dem Trägheitsmoment getrennt wäre, das von der umlaufenden Masse dieser Zahnräder erzeugt würde. Die Schaltbarkeit würde somit verbessert. Auch die Geräuschneigung dieser Zahnräder wäre aus den gleichen Gründen vermieden, aus denen die Geräuschneigung der den Rückwärtsgang-Drehmomentübertragungsweg bildenden Zahnräder vermieden wird.

#### Patentansprüche

1. Getriebe mit konstantem Kämmeingriff, gekennzeichnet durch:

zwei Wellen (44, 112), die beabstandet und parallel zueinander angeordnet sind und zwischen denen über Zahnräder verlaufende Drehmomentübertragungswege gebildet sind;

einen Zahnradsatz (204, 144, 58) mit einem ersten Zahnrad (58), das auf einer der Wellen (44) drehbar gelagert ist, und einem zweiten Zahnrad (144), das auf der anderen Welle (112) drehbar gelagert ist; eine erste Kupplung (178) an der ersten Welle zum wahlweisen Kuppeln des ersten Zahnrades (58) mit der ersten Welle (44);

eine zweite Kupplung (188) an der zweiten Welle (112) zum wahlweisen Kuppeln des zweiten Zahnrades (144) mit der zweiten Welle (112), um auf diese Weise einen Drehmomentübertragungsweg zwischen ihnen herzustellen und zu unterbrechen; eine Antriebswelle (24) und eine Abtriebswelle (45); eine erste Drehmomentübertragungseinrichtung (28) zum Herstellen einer Antriebsverbindung zwischen der Antriebswelle und der zweiten Welle; und eine zweite Drehmomentübertragungseinrichtung zum Herstellen einer Antriebsverbindung zwischen der Abtriebswelle (45) und der zweiten Welle, wodurch das erste und zweite Zahnrad (58, 144) bezüglich der ersten bzw. zweiten Welle (44, 112) drehbar sind, wenn der Drehmomentübertragungsweg unterbrochen ist.

2. Mehrwellen-Getriebe mit konstantem Kämmeingriff und von Zahnrädern gebildeten Drehmomentübertragungswegen, gekennzeichnet durch:

einen ersten Zahnradsatz (204, 144, 58) mit einem ersten Zahnrad (58), das auf einer der Wellen (44) drehbar gelagert ist, und einem zweiten Zahnrad (144), das auf der anderen Welle (112) drehbar gelagert ist;

eine an der ersten Welle (44) vorgesehene erste Kupplung (78) zum wahlweisen Kuppeln des ersten Zahnrades (58) mit der ersten Welle;



eine an der zweiten Welle (112) vorgesehene zweite Kupplung (188, 196) zum wahlweisen Kuppeln des zweiten Zahnrades (144) mit der zweiten Welle (112), um auf diese Weise einen Drehmomentübertragungsweg zwischen diesen herzustellen bzw. zu unterbrechen;  
einen zweiten Zahnradsatz mit einem dritten Zahnrad (68), das von der ersten Welle getragen wird, und einem vierten Zahnrad (120), das auf der zweiten Welle (112) in konstantem Eingriff mit dem dritten Zahnrad drehbar gelagert ist;  
und eine dritte Kupplung (188, 198) zum wahlweisen Verbinden des vierten Zahnrades (120) mit der zweiten Welle (112), um zwischen diesen einen Drehmomentübertragungsweg herzustellen, während das erste und zweite Zahnrad leerlaufen können.

3. Mehrwellen-Getriebe mit konstantem Kämmeingriff, gekennzeichnet durch:  
eine Antriebswelle (24), eine Hauptwelle (44), die zu der Antriebswelle ausgerichtet ist, eine Gegenwelle (112), die mit der Eingangswelle in Zahnradengriff steht und zu der Hauptwelle (44) beabstandet und parallel verlaufend angeordnet ist, einer Abtriebswelle (45), die mit der Hauptwelle verbunden ist; mehrerer Zahnräder, die auf der Hauptwelle drehbar gelagert sind, mehrere Zahnräder, die von der Gegenwelle getragen werden und mit den Zahnrädern der Hauptwelle in Eingriff stehen;  
ein Rückwärtsgang-Losezahnrad (204), ein Rückwärtsgang-Zahnrad (144), das auf der Gegenwelle (112) drehbar gelagert ist, wobei das Rückwärtsgang-Losezahnrad (204) mit dem Rückwärtsgang-Zahnrad (144) und einem der Hauptwellen-Zahnräder (58) in konstantem Kämmeingriff steht;  
eine erste Synchronisierkupplung (188) zum wahlweisen Verbinden des Rückwärtsgang-Zahnrades (144) und der Gegenwelle (112);  
eine zweite Synchronisierkupplung (178) zum wahlweisen Verbinden des besagten ersten Zahnades der Hauptwellen-Zahnräder (58) mit der Hauptwelle;  
und eine dritte Synchronisierkupplung (88, 100) zum wahlweisen Verbinden eines anderen Zahnades der Hauptwellen-Zahnräder (56) mit der Hauptwelle.

4. Mehrwellen-Getriebe mit konstantem Kämmeingriff, gekennzeichnet durch:  
eine Antriebswelle (24), eine Hauptwelle (44), die zu der Antriebswelle ausgerichtet ist, eine Gegenwelle (112), die beabstandet und parallel zu der Hauptwelle angeordnet ist, eine Zahnradverbindung zwischen der Antriebswelle und der Gegenwelle, eine Abtriebswelle, die mit der Hauptwelle verbunden ist;  
mehrere Zahnräder (56, 54, 52, 58), die auf der Hauptwelle drehbar gelagert sind, mehrere Zahnräder (110, 116, 118), die von der Gegenwelle getragen werden, wobei jedes der von der Hauptwelle getragenen Zahnräder mit jeweils einem getrennten Zahnrad der Hauptwellen-Zahnräder (56, 54, 52) in Kämmeingriff steht;  
ein Rückwärtsgang-Losezahnrad (204), ein Rückwärtsgang-Zahnrad (144), das auf der Gegenwelle drehbar gelagert ist, wobei das Rückwärtsgang-Losezahnrad mit dem Rückwärtsgang-Zahnrad (144) und einem zusätzlichen Hauptwellen-Zahnrad (58) in konstantem Kämmeingriff steht;  
eine erste Kupplung (188) zum wahlweise Verbin-

den des Rückwärtsgang-Zahnades (144) und der Gegenwelle (112);

eine zweite Kupplung (178) zum wahlweise Verbinden des zusätzlichen Hauptwellen-Zahnades (58) mit der Hauptwelle (44), wobei das zusätzliche Hauptwellen-Zahnrad mit dem Rückwärtsgang-Loserad (204) kämmt;

eine dritte Kupplung (88) zum wahlweise Verbinden eines der Hauptwellen-Zahnräder (56) mit der Hauptwelle (44);

ein erstes Schnellgang-Zahnrad (120), das von der Gegenwelle drehbar getragen wird, ein zweites Schnellgang-Zahnrad (88), das an der Hauptwelle in Kämmeingriff mit dem ersten Schnellgang-Zahnrad befestigt ist, wobei die erste Kupplung (188) eine doppelt wirkende Synchronisierereinrichtung ist und Kupplungshülsenzähne besitzt, während das erste Schnellgang-Zahnrad (120) und das Rückwärtsgang-Zahnrad (144) Kupplungszähne besitzen, die zu den Kupplungshülsenzähnen bei einer Schaltbewegung derselben wahlweise ausgerichtet werden können.

5. Getriebe nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch ein Antriebszahnrad (28), das mit der Antriebswelle verbunden ist und mit einem Zahnrad (114) auf der Gegenwelle (112) in Kämmeingriff steht.

6. Getriebe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnradverbindung und das erste Schnellgang-Zahnrad (120) auf gegenüberliegenden Seiten des Rückwärtsgang-Zahnades (144) angrenzend an den entgegengesetzten Enden der Gegenwelle (112) angeordnet sind.

7. Getriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebszahnrad und das erste Schnellgang-Zahnrad (120) auf gegenüberliegenden Seiten des Rückwärtsgang-Zahnades (144) angrenzend an den entgegengesetzten Enden der Gegenwelle (112) angeordnet sind.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

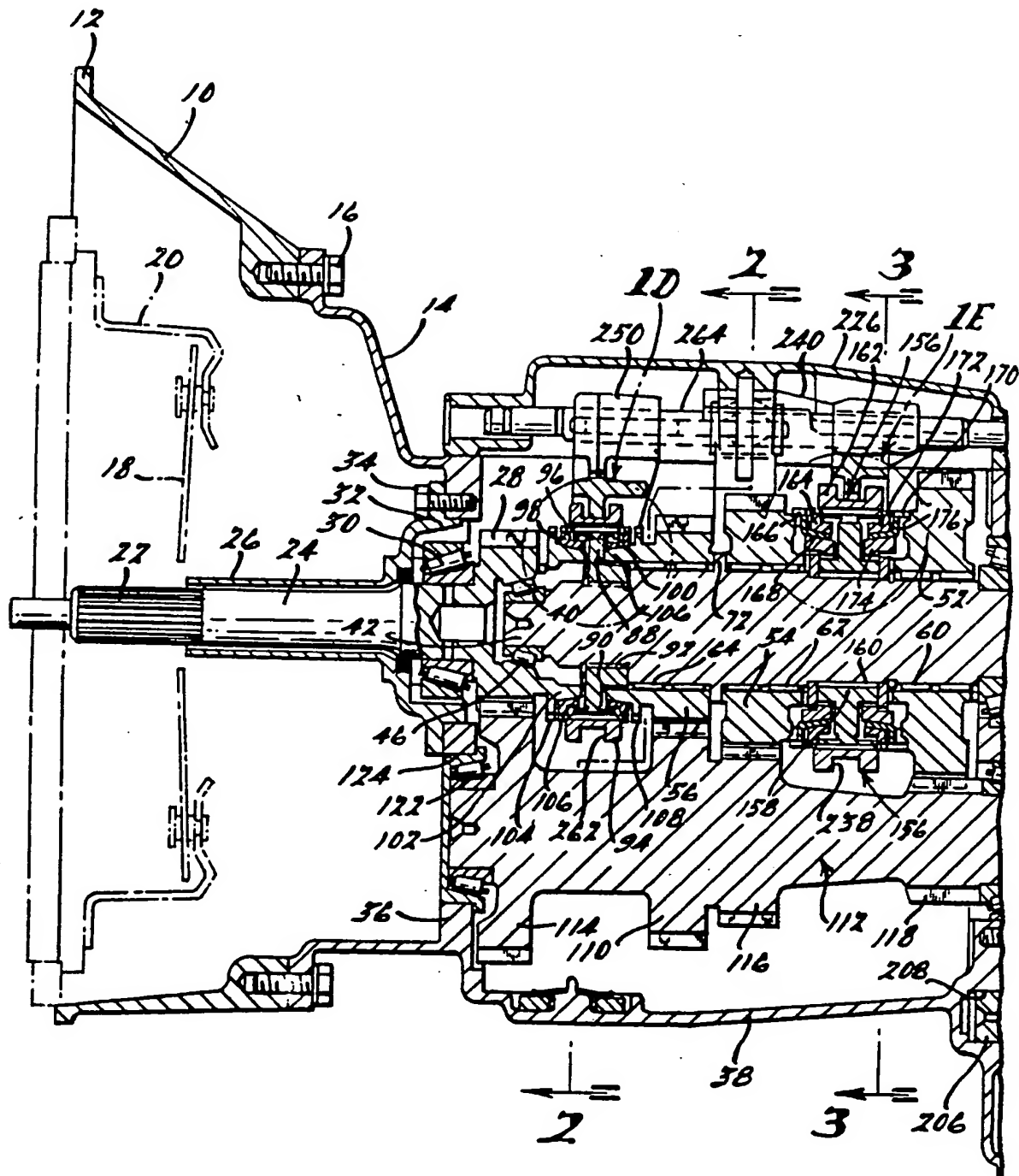


FIG. 1A.

Fig. 1B.

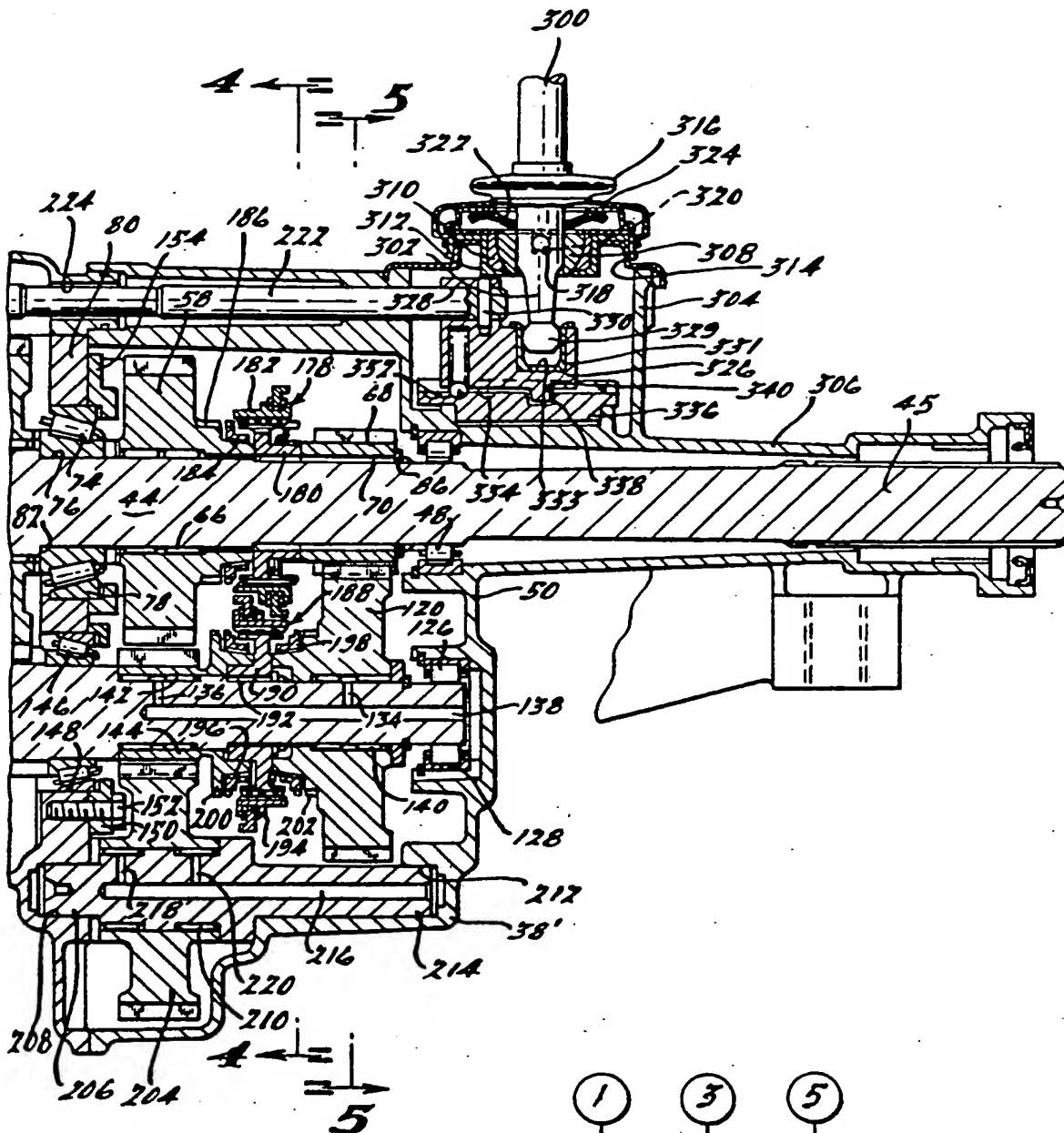
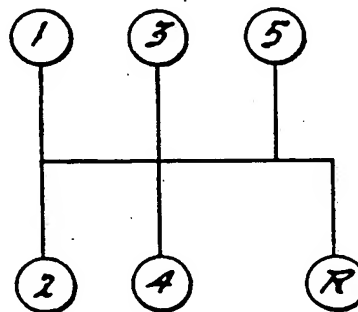


Fig. 1C.



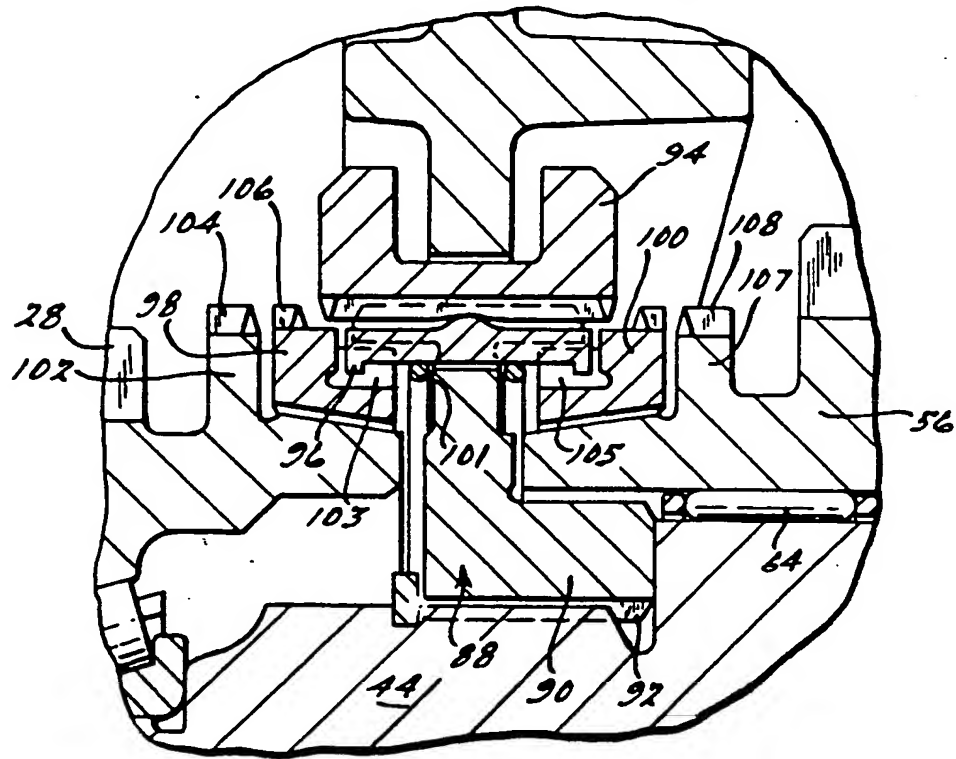


Fig. 1D.

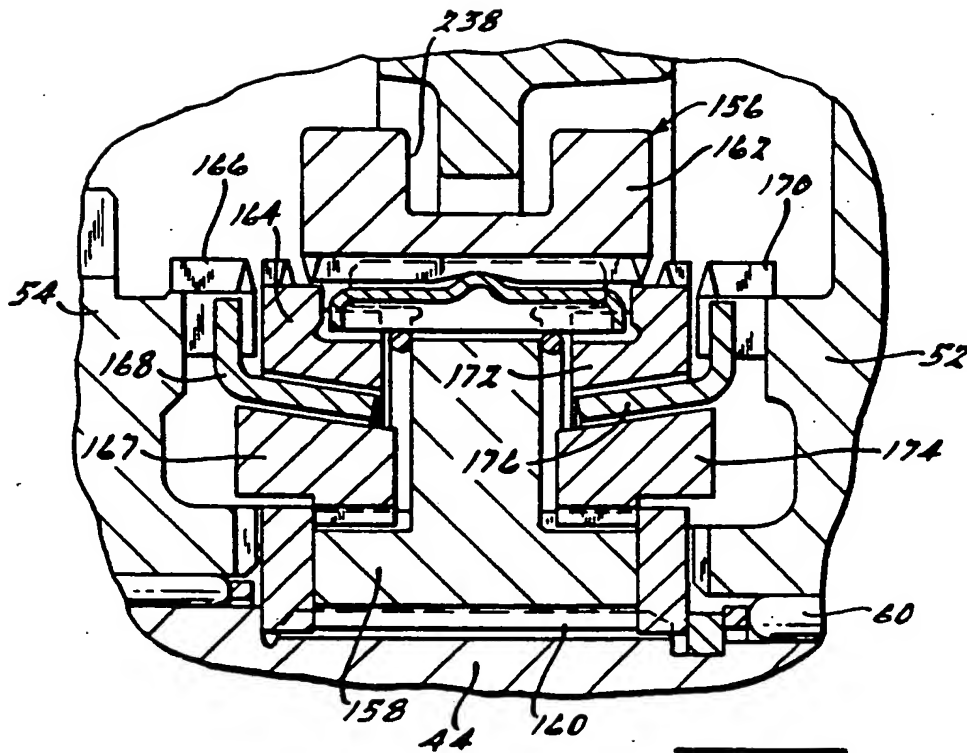


Fig. 1E.

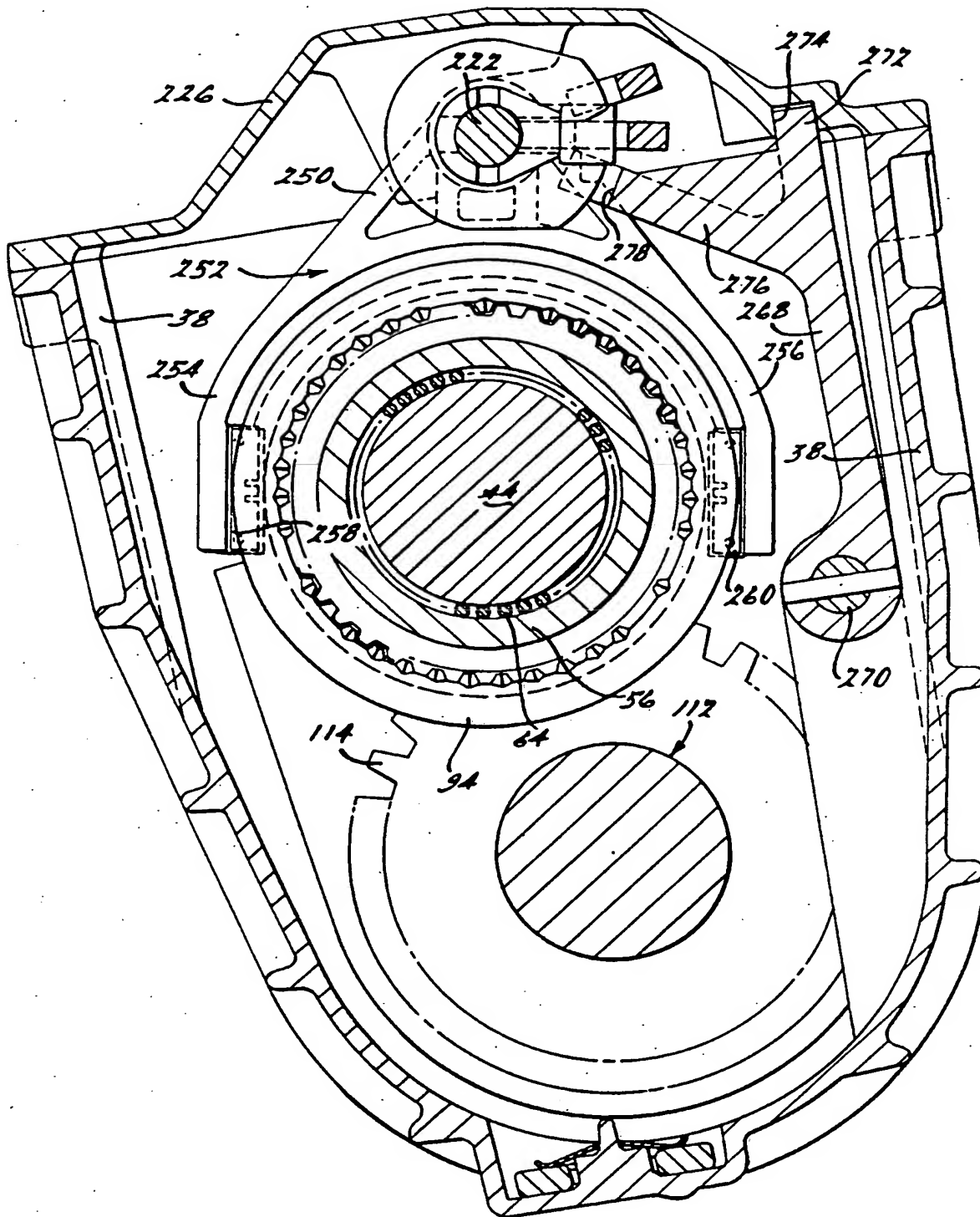


FIG. 2.



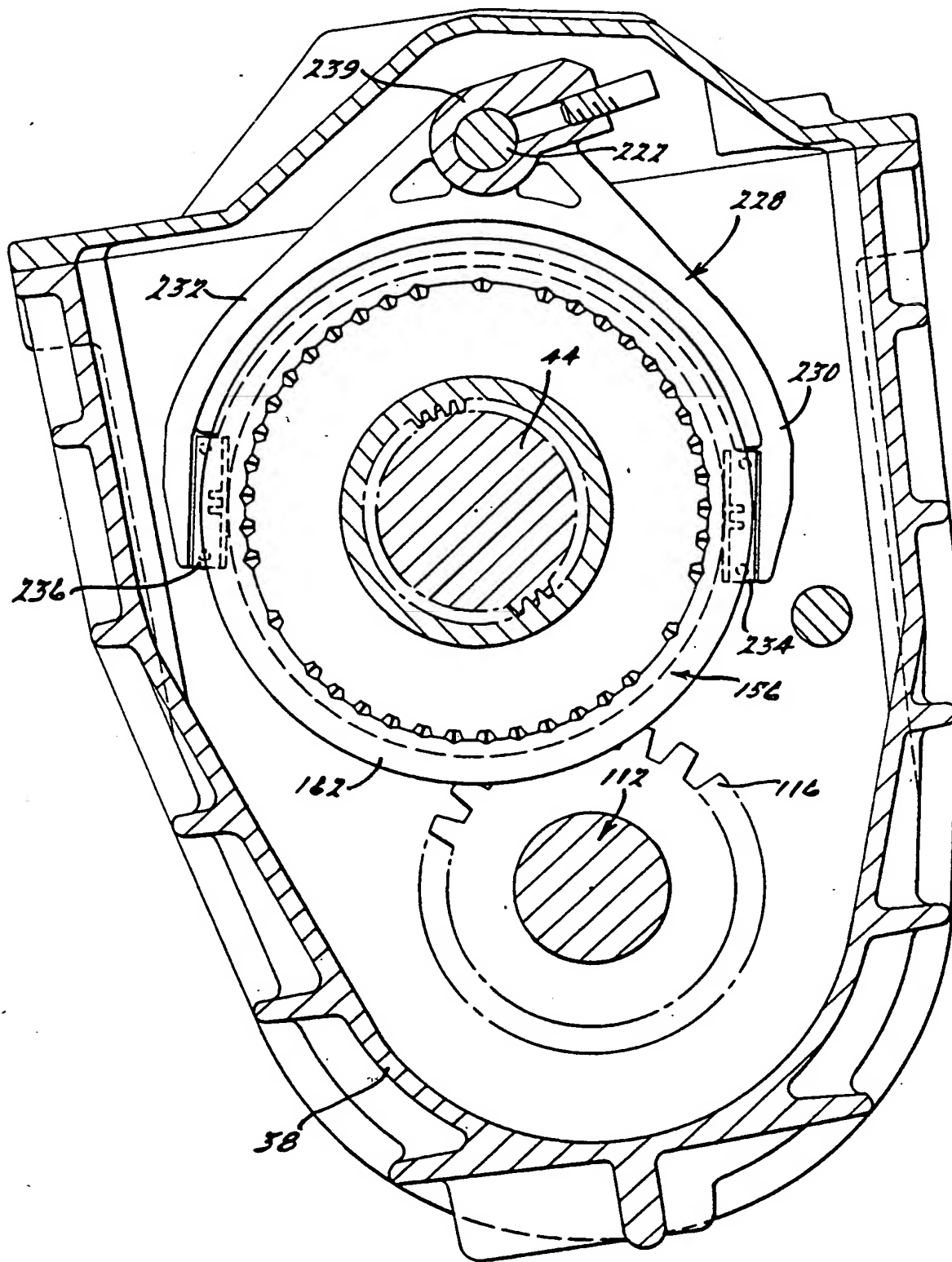


Fig. 3.

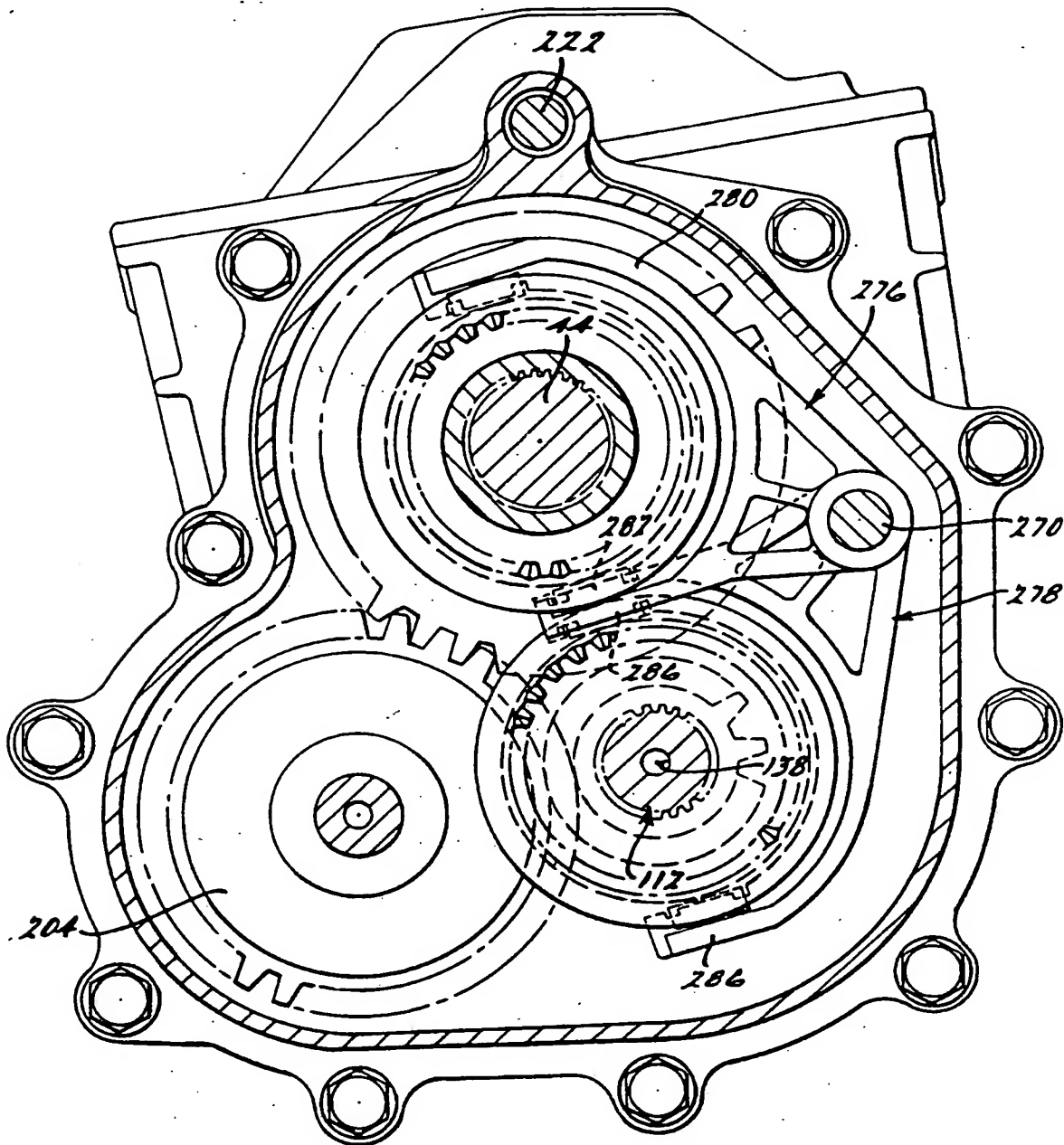


FIG. 4.

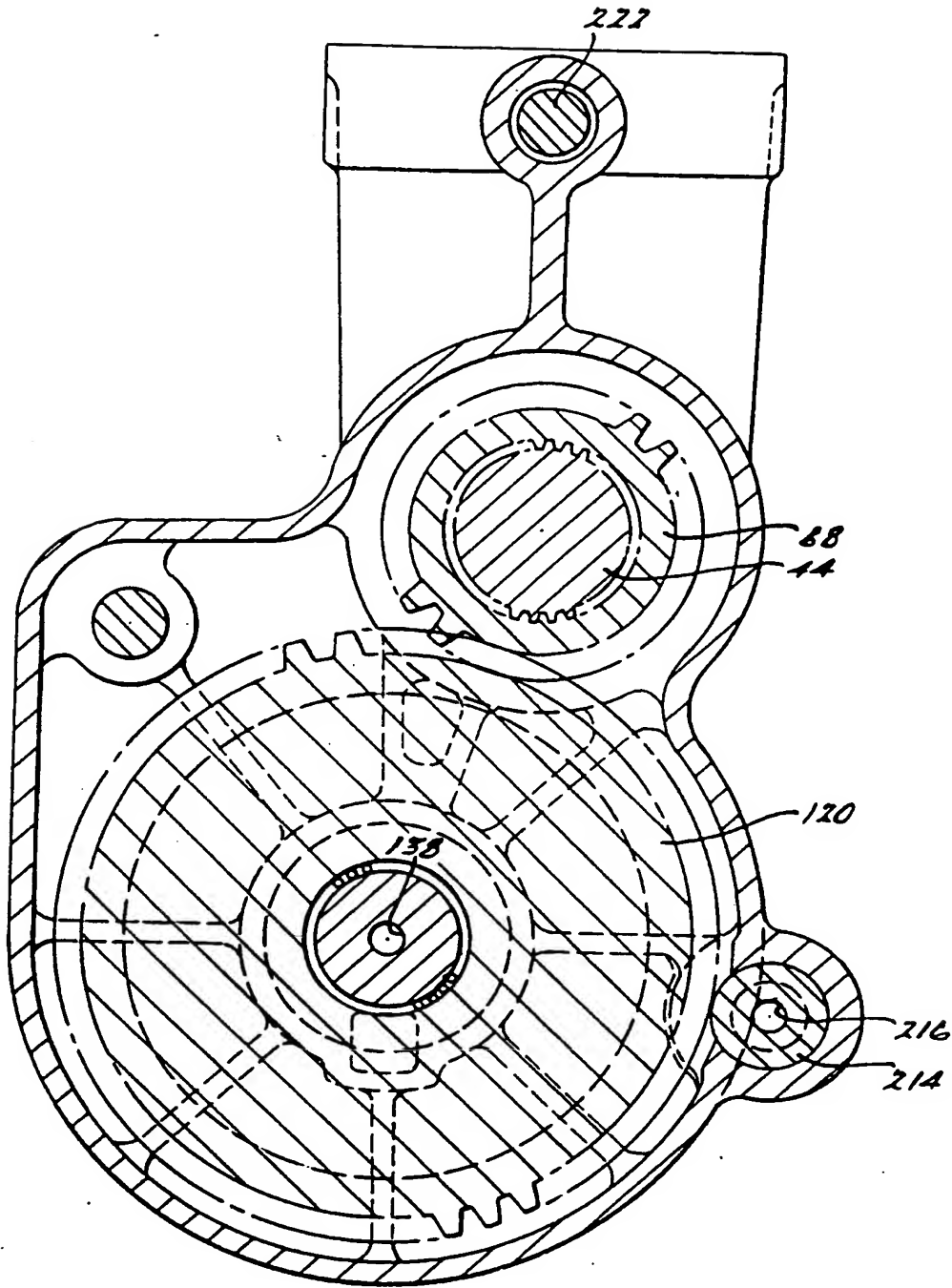


Fig. 5.

